

物理化学 1 (分子の性質と電磁波)

責任者・コーディネーター	構造生物薬学分野 野中 孝昌 教授		
担当講座・学科(分野)	構造生物薬学分野		
対象学年	2	区分・時間数	講義 25.5 時間
期 間	前期		
単 位 数	2 単位		

・学修方針 (講義概要等)

物理化学は、医薬品および医薬品に関連する全ての物質の物性を中心とする諸性質を理解するための基礎となる学問であり、医薬品の開発から使用に至るまでの全ての段階で常に必要となる重要な知識を与える。物理化学 1 では、物質を構成する基本単位である原子および分子の性質を理解するための、原子構造、分子構造および分子間相互作用に関する基本を学ぶ。

物理化学 1 の数学部分は、1 年で履修した薬学数学 1 の学習内容に基づいている。また物理化学 1 は、2 年後期の物理化学 2 に接続する科目であり、3 年前期の薬学実習 2 (物理化学実習) の理論的基礎を与える。さらに、物理化学 1 は、3 年後期の構造生物学の応用的思考能力を形成するための基盤となる。

到達目標が偶数番号の講義を「反転授業」とし、36 分間の小試験 (演習問題) の後、解説講義を行う。「反転授業」においては、講義に関係する 1 つの化合物の模型を作ってきてもらう。

・教育成果 (アウトカム)

原子構造、および分子間相互作用に関する基礎知識を習得し、さらに種々の分子間相互作用について考察することによって、医薬品を含む全ての物質を構成する基本的な単位である原子と分子の物理的および化学的性質を理解できるようになる。
(ディプロマ・ポリシー: 2,4,7)

・到達目標 (SBO)

1. 化学結合の概念と様式について説明できる。(117-119)
2. 静電的相互作用について例を挙げて説明できる。(121)
3. 双極子間相互作用について例を挙げて説明できる。(122)
4. ファンデルワールス力と分散力について例を挙げて説明できる。(120、123)
5. 電荷移動相互作用と疎水性相互作用について例を挙げて説明できる。(125-126)
6. 水素結合について例を挙げて説明できる。(124)
7. 電磁波の性質を説明できる。(127)
8. 電磁波と物質との相互作用を説明できる。(127)
9. 分子の回転遷移について概説できる。(128)
10. 分子の振動遷移について概説できる。(128、195、267)
11. 分子の電子遷移と放射遷移について説明できる。(128、193-194)
12. 電子や核のスピンとそれに基づく核磁気共鳴 (NMR) 法および電子スピン共鳴 (ESR) 法の基礎を説明できる。(129)
13. 核磁気共鳴装置やそれから得られる情報について概説できる。(129、199、263-265)
14. 光の屈折、偏光、および旋光性について説明できる。(130、197)
15. 光の散乱および干渉について説明できる。(131)

16. 結晶構造と回折現象について説明できる。(132、201-202)
 17. 結晶の構造と物性の分析法について概説できる。(132、203-204)

・ 講義日程

(矢) 西 106 1-F 講義室

月日	曜日	時限	講座・分野	担当教員	講義内容/到達目標
4/3	水	4	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>化学結合</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 化学結合の基本原則を理解することによって、その様式について説明できるようになる。 2. 軌道の線形結合を理解することによって、分子軌道の基本概念および軌道の混成について説明できるようになる。 3. 電子の非局在化を理解することによって、共役や共鳴の概念を説明できるようになる。 <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながら静電的相互作用に関する Moodle 上の予習テストを受験し、1年時の「基礎化学」と「基礎物理学」の当該分野の内容を思い出ししておくこと。</p> <p>事後学修：静電的相互作用に関する Moodle 上の復習テストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
4/5	金	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>原子の構造と静電場、イオン結合</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 原子の構造に関する知識を確実なものにすることによって、静電的相互作用について例を挙げて説明できるようになる。 <p>事前学修：教科書を見ながら双極子間相互作用に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>【反転授業】：事前学修に基づく演習を行い、問題を理解するための解説を行う。</p> <p>事後学修：演習に関する Moodle 上のテストを受験し、双極子間相互作用に関するおさらいをしておくこと。</p>
4/23	火	4	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>結合の極性と双極子モーメントの起源、双極子モーメントと分子構造、永久双極子-永久双極子相互作用、イオン-双極子相互作用、双極子-誘起双極子相互作用</p> <p>結合の極性と双極子モーメントの起源を理解することによって、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分子内にある双極子が沸点のような

					<p>巨視的性質に及ぼす効果や、双極子が中性分子の物性に及ぼす影響について説明できるようになる。</p> <p>2. 双極子間相互作用について例を挙げて説明できるようになる。</p> <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながらファンデルワールス相互作用に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>事後学修：ファンデルワールス相互作用に関する Moodle 上の復習テストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
4/26	金	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>ファンデルワールス力、分散力、レナード-ジョーンズポテンシャル</p> <p>分散力の起源とファンデルワールス力の定義を理解することによって、</p> <p>1. 凝固や液化などの身近な現象に基づき分子間に働く弱い力を説明できるようになる。</p> <p>2. ファンデルワールス力について説明できるようになる。</p> <p>3. 分散力について例を挙げて説明できるようになる。</p> <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながらファンデルワールス相互作用に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>【反転授業】：事前学修に基づく演習を行い、問題を理解するための解説を行う。</p> <p>事後学修：ファンデルワールス相互作用に関する Moodle 上の復習テストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
5/7	火	4	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>電子供与体、電子受容体、電荷移動錯体、金属錯体、配位結合、疎水性相互作用、ミセル、脂質二重層、球状タンパク質</p> <p>1. 電荷移動の概念を理解することによって、電荷移動相互作用について例を挙げて説明できるようになる。</p> <p>疎水性相互作用の起源を理解することによって、</p> <p>2. 生体膜の安定化やタンパク質立体構造形成などに疎水性相互作用が重要な役割を果たしていることが説明できるようになる。</p> <p>3. 疎水性相互作用について例を挙げて説明できるようになる。</p>

					<p>事前学修：教科書を見ながら水素結合に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。 事後学修：演習に関する Moodle 上のテストを受験し、水素結合に関するおさらいをしておくこと。</p>
5/9	木	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>水素結合、二重らせん、二次構造 水素結合の形成原理を理解することによって、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 水素結合がタンパク質や核酸の内部にもあり、生体分子の立体構造の維持などに重要であることが説明できるようになる。 2. 水素結合について例を挙げて説明できるようになる。 <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながら電磁波に関する Moodle 上の予習テストを受験し、1年時の「基礎化学」と「基礎物理学」の当該分野の内容を思い出しておくこと。 【反転授業】：事前学修に基づく演習を行い、問題を理解するための解説を行う。 事後学修：電磁波に関する Moodle 上の復習テストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
5/21	火	4	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>電磁波の種類と性質、波長と対応する機器分析法、光の吸収と放射 電磁波の物理的性質の理解を通して、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 電磁波の性質および物質との相互作用を説明できるようになる。 2. 電磁波を利用した分析器や臨床診断について概説できるようになる。 <p>事前学修：教科書を見ながら電磁波に関する Moodle 上の予習テストを受験し、1年時の「基礎化学」と「基礎物理学」の当該分野の内容を思い出しておくこと。 事後学修：電磁波に関する Moodle 上のテストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
5/23	木	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>ランベルト-ベールの法則、遷移の分類 電磁波の物理的性質の理解を通して、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数式を使ってランベルト・ベールの法則を説明できるようになる。 2. エネルギーの遷移の種類を分類して説明できるようになる。

					<p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながら回転遷移に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>【反転授業】：事前学修に基づく演習を行い、問題を理解するための解説を行う。</p> <p>事後学修：演習に関する Moodle 上の復習テストを受験し、回転遷移に関するおさらいをしておくこと。</p>
5/28	火	4	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>分子の回転エネルギー準位、マイクロ波スペクトル</p> <p>1. 分子の回転を量子化学的に理解することによって、分子の回転遷移について概説できるようになる。</p> <p>事前学修：教科書を見ながら振動遷移に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>事後学修：振動遷移に関する Moodle 上のテストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
5/30	木	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>調和振動子と振動のエネルギー準位、非調和振動子と振動のエネルギー準位、基準振動、赤外吸収スペクトル、特性吸収帯</p> <p>分子振動を量子化学的に理解することによって、</p> <p>1. 分子の振動遷移について概説できるようになる。</p> <p>2. 回転分光法と赤外吸収スペクトル測定法について説明できるようになる。</p> <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながら電子遷移に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>【反転授業】：事前学修に基づく演習を行い、問題を理解するための解説を行う。</p> <p>事後学修：演習に関する Moodle 上の復習テストを受験し、電子遷移に関するおさらいをしておくこと。</p>
6/4	火	4	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>電子スペクトル、自由電子模型とπ電子共役系のスペクトル、フランク・コンドン原理、吸収と蛍光の鏡像関係、蛍光とりん光、蛍光状態の検出とその特性、蛍光の消光、りん光と重原子効果</p> <p>分子軌道におけるエネルギーの遷移を理解することによって、</p>

					<p>1. 分子の電子遷移と放射遷移について説明できるようになる。</p> <p>2. 紫外可視スペクトル測定法、および蛍光とりん光について例を挙げて説明できるようになる。</p> <p>事前学修：教科書を見ながら磁気共鳴に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>事後学修：磁気共鳴に関する Moodle 上のテストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
6/6	木	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>スピンとは何か、磁気共鳴の原理、NMR 測定法と装置</p> <p>1. 磁気共鳴の原理を理解することによって、電子や核のスピンとそれに基づく核磁気共鳴 (NMR) 法および電子スピン共鳴 (ESR) 法の基礎を説明できるようになる。</p> <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながら NMR に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>【反転授業】：事前学修に基づく演習を行い、問題を理解するための解説を行う。</p> <p>事後学修：演習に関する Moodle 上の復習テストを受験し、NMR に関するおさらいをしておくこと。</p>
6/10	月	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>NMR スペクトルから得られる情報、磁気遮へい効果と化学シフト、スペクトル強度と存在比、スピン-スピン結合、磁気共鳴画像 (MRI) 法</p> <p>1. スペクトルや画像の読み取り方の理解を通して、核磁気共鳴装置やそれから得られる情報について概説できるようになる。</p> <p>事前学修：教科書を見ながら散乱と干渉に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>事後学修：演習に関する Moodle 上のテストを受験し、散乱と干渉に関するおさらいをしておくこと。</p>
6/13	木	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>光の屈折、平面偏光と円偏光、旋光、円二色性</p> <p>屈折の法則の理解を通して、</p> <p>1. 光の屈折、偏光、および旋光性について説明できるようになる。</p>

					<p>2. 旋光度測定装置の原理を説明できるようになる。</p> <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながら屈折や偏光などに関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>【反転授業】：事前学修に基づく演習を行い、問題を理解するための解説を行う。</p> <p>事後学修：屈折や偏光などに関する Moodle 上の復習テストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
6/17	月	4	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>光の散乱、散乱光と分子、光の干渉</p> <p>1. 光の散乱と干渉について理解することによって、ラマン分光法の基礎と原理を説明できるようになる。</p> <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながら屈折や偏光などに関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>事後学修：屈折や偏光などに関する Moodle 上の復習テストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>
6/20	木	2	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>結晶形の分類、金属結晶、イオン結晶、共有結合結晶、分子結晶、ミラー指数、ブラッグの式</p> <p>1. ブラッグの式を理解することによって、結晶構造と回折現象について説明できるようになる。</p> <p>事前学修：教科書を見ながら磁気共鳴に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>【反転授業】：事前学修に基づく演習を行い、問題を理解するための解説を行う。</p> <p>事後学修：磁気共鳴に関する Moodle 上のテストを受験し、知識と理解の定着を図ること。</p>

6/24	月	4	構造生物薬学分野	野中 孝昌 教授	<p>結晶構造解析、単結晶X線回折、粉末回折法、絶対構造、結晶多形、ガラス転移、熱分析</p> <p>1. 結晶の構造を理解することによって、物性の分析法について概説できるようになる。</p> <p>事前学修：講義ビデオを視聴した上で、教科書を見ながら結晶の分析法に関する Moodle 上の予習テストを受験し、予備知識を蓄えておくこと。</p> <p>事後学修：演習に関する Moodle 上の復習テストを受験し、結晶の分析法に関するおさらいをしておくこと。</p>
------	---	---	----------	----------	--

・教科書・参考書等（教：教科書 参：参考書 推：推薦図書）

	書籍名	著者名	発行所	発行年
教	スタンダード薬学シリーズ II-2 「物理系薬学 I. 物質の物理的性質」	日本薬学会 編	東京化学同人	2015
教	HGS 分子構造模 C 型セット 有機化学実習用		丸善出版	2017
教	薬学用語辞典	日本薬学会 編	東京化学同人	2012
参	Innovated 物理化学大義（第2版）：事象と理論の融合	青木 宏光、三輪 嘉尚 著	京都廣川書店	2017
参	物理化学演習 第3版	三輪 嘉尚、青木 宏光	京都廣川書店	2021
参	薬学計算演習 第2版	黒澤 隆夫、豊田 栄子	京都廣川書店	2015
参	基礎数学	青木 宏光、西来路 文朗	京都廣川書店	2014
参	入門 医療数学	鈴木 桜子	京都廣川書店	2018
参	化学と物理の基礎の基礎がよくわかる本 増補版	飯出 良朗	文芸社	2002
参	プライマリー薬学シリーズ 2「薬学の基礎としての物理学」	日本薬学会 編	東京化学同人	2013
参	フレンドリー「基礎物理化学演習」	田中 潔、荒井 貞夫	三共出版	2013
参	スタンダード薬学シリーズ II -9 「薬学演習 II 基礎科学」	日本薬学会 編	東京化学同人	2021
参	大学新入生のためのリメディアル数学（第2版）	中野 友裕	森北出版	2017
参	きちんと単位を書きましょう	中田 宗隆、藤井 賢一	東京化学同人	2022

参	アトキンス物理化学小辞典	P. W. Atkins	東京化学同人	1998
推	ドラッグデザイン：構造とリガンドに基づくアプローチ	Kenneth M. Merz, Jr., Dagmar Ringe, Charles H. Reynolds 編集 田之倉 優・小島 正樹 監訳	東京化学同人	2014
推	どうして心臓は動き続けるの?: 生命をささえるタンパク質のなぞにせまる	大阪大学蛋白質研究所 編	化学同人	2018

・成績評価方法

(2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16) 回目の講義で実施する小試験（演習問題）のみで評価（100%）する。定期試験は実施しない。ただし、再試験は実施する。なお、分子模型作成の有無および出来映えも小試験の評定に含める。また、やむを得ない理由で小試験を受験できなかった者に対しては、申し出により追試験を行う。

・特記事項・その他

小試験において、指数、対数、および三角関数などの計算のできる関数電卓を使用することがあるので、用意しておくこと。

授業に対する事前学修、および事後学修の時間は、それぞれ最低 100 分を要する。なお、予習すべき項目、復習すべき項目、その期限、作成すべき分子模型、および講義ビデオの視聴方法については、Moodle 上に詳細に提示する。

予習テスト（上記講義内容参照）では、三段階程度に段階的にヒントが得られ、選択肢や枝問に対するフィードバックを受験中、問題全体に対するフィードバックを受験後に閲覧できる。マウスポインタを翳すことによって、問題中の主要な用語の説明がポップアップで表示される。解答できない問題があっても、類似の別の問題を選択できる。解答状況を随時監視し、問題の主旨を著しく逸脱した誤答に対しては、その都度、個別にフィードバックを与える。

小試験（上記講義内容および成績評価方法参照）については授業中に解説を行い、当日または翌日に Moodle の評定に得点および分子模型に関するフィードバックを書き込む。これらの評定とフィードバックは本人のみ閲覧でき、自動的に算出された各回の得点率と順位、累積の得点（率）と順位も表示される。

再試験実施後 3 日以内に、採点した解答用紙を Moodle 上で各自に返却する。

遅刻 and/or 早退の回数が 3 回になったら、1 回分の欠席とする。また、遅刻 and/or 早退の合計が 30 分を超えても 1 回分の欠席とする。

小試験の追試験を希望する場合には、欠席がやむを得ない理由であることを証明するための、療養期間が記入されている診断書、あるいは第三者による証明を必要とする。いずれも、科目責任者に速やかに直接提出すること。また、欠席し追試験を希望すると意志決定した時点で直ちに（原則として 24 時間以内）、直接、科目責任者に連絡すること。直接の連絡のない場合、あるいは連絡の遅い場合には、追試験を実施しないことがあるので、注意すること。

・授業に使用する機器・器具と使用目的

使用区分	機器・器具の名称	台数	使用目的
講義	パソコン（アップル、MD232J/A）	1	スライド投影